

シミュレータによる AVR の等価試験

Equivalent Test of AVR by Generator Simulator

浅 水 秀 雄*
Hideo Asamizu青 木 永 一*
Eiichi Aoki

内 容 梗 概

磁気増幅器または回転増幅器を用いた自動制御装置の試験は、従来、制御装置と被制御系機器とを直接組合わせて行ってきた。しかしこれについては、社内工程の問題、検査精度および能率化など改善すべき余地があったので AVR (自動電圧調整器 Automatic Voltage Regulator, 以下 AVR という) 系シミュレータを製作したが、商用試験に活用できることが確認された。本稿にはこのシミュレータによる AVR の等価試験を行った結果について述べてある。

1. 緒 言

自動電圧調整器 (以下 AVR と称す) の試験は、大別して静的特性試験と動的特性試験に分けられる。静的特性試験は、装置の各要素の動作条件を設定するのが主目的であり、動的特性試験で、装置のすべての特性を確認することになるが、この動的特性試験を行う場合、実際の被制御機器と組合わせて行う方法は

- (1) 制御装置と被制御機器の製作工程のずれ
- (2) 動的試験を行うための段取時間、労力、資材の消費

などの問題がある。

これに代る等価試験として自動電圧調整器を発電機、シミュレータと組合わせて試験する方法を案出実施した。この方法の特長としては

- (1) 静的特性試験後、ただちにシミュレータにより動的特性の確認ができる。
- (2) 従来動的特性試験を行うため消費された段取時間、労力、資材などの節約ができる。
- (3) 制御装置と被制御機器との製作工程のずれなどによる待時間が解消され、それぞれ別個に出荷できる。

などが考えられる。以下その原理ならびに試験結果などの概要を述べ参考に供したい。

2. シミュレータの構成および動作原理

発電機シミュレータは発電機の飽和特性曲線を数本の折線で近似し、かつ時定数をもたせたもので、実装概観を第1図に示し、ブロック線図を第2図に示す。

動作の主体である係数器、不完全積分器、折線近似関数発生器の動作原理は下記のとおりである。

2.1 係 数 器

第3図において A は増幅器 (増幅度 μ)、 R_i は入力抵抗、 R_f は帰還抵抗、 e_i は入力電圧、 e_0 は出力電圧を示す。まず増幅器についてはその動作範囲内において $e_0 = -\mu e_i$ が成立する。

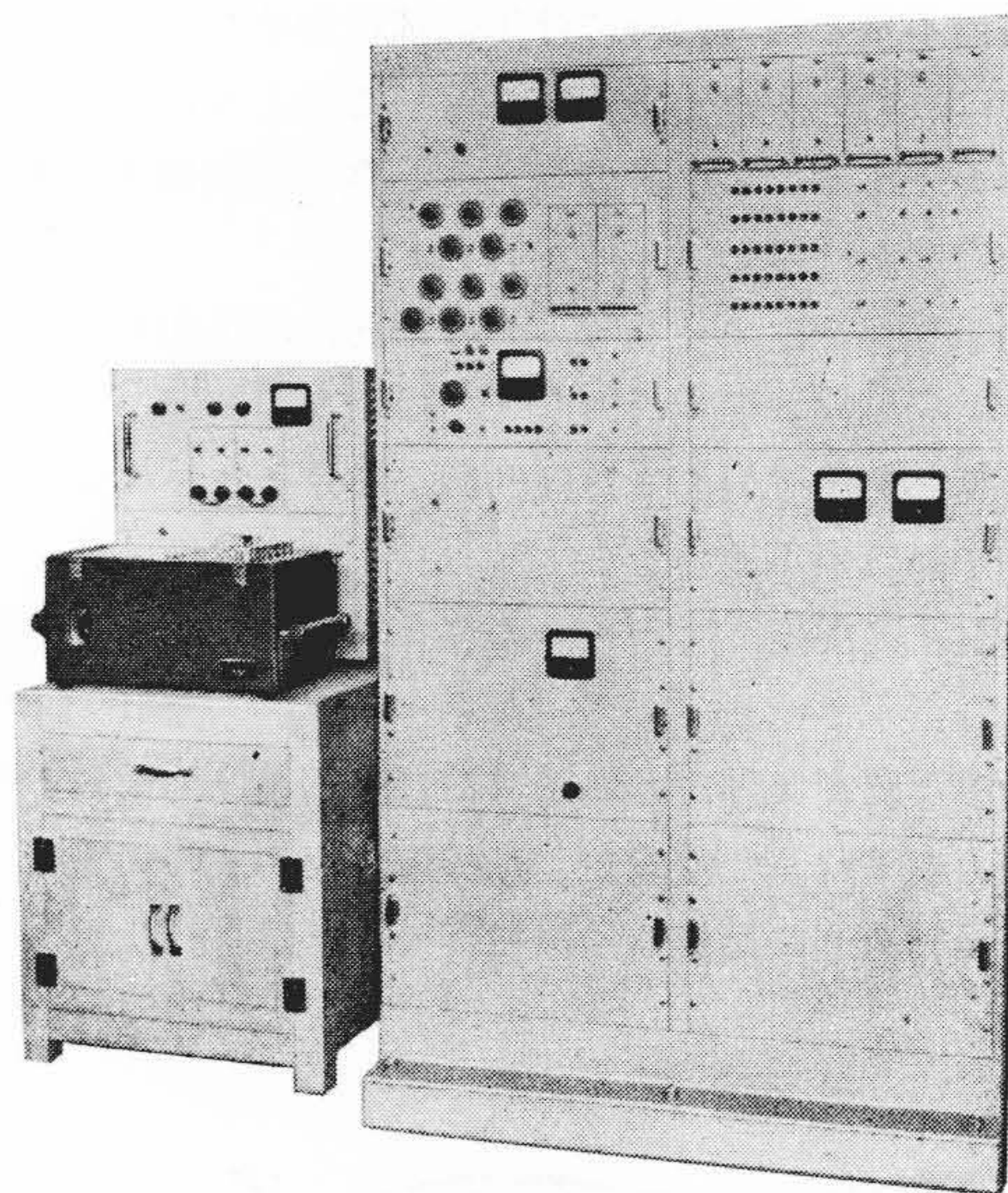
いま、グリット電流が流れないとするとキルヒホッフの法則より次式が成立する。

$$\left(\frac{e_0 - e_i}{\mu}\right) \frac{1}{R_f} + \left(\frac{e_0}{\mu} - e_i\right) \frac{1}{R_i} = 0 \dots\dots\dots (1)$$

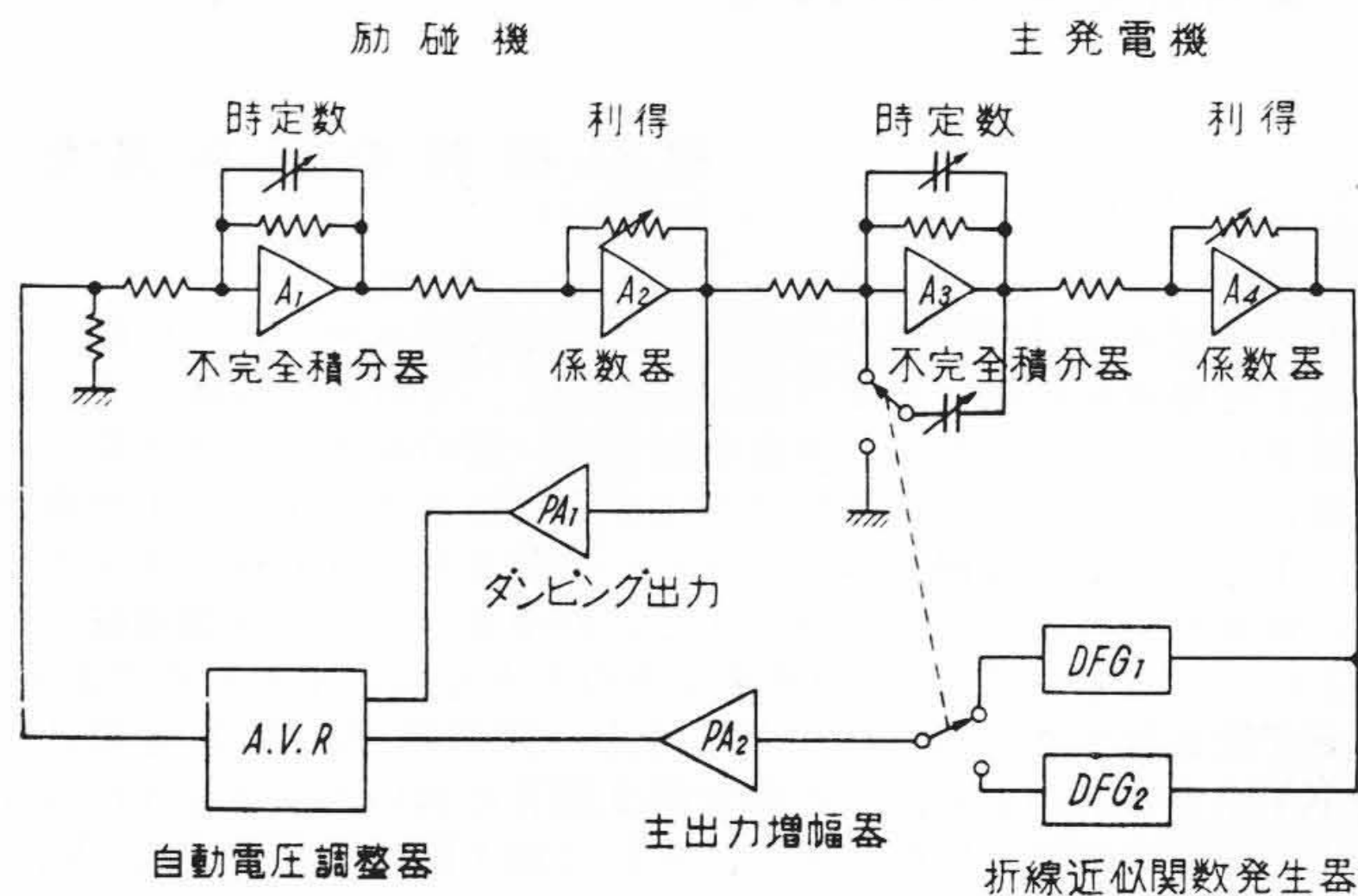
これより

$$e_0 = e_i \frac{\mu}{(1-\mu) \frac{R_i}{R_f} + 1} = -\left(1 - \frac{1}{1-\mu\beta}\right) \cdot \frac{R_f}{R_i} \cdot e_i \dots\dots\dots (2)$$

* 日立製作所日立工場



第1図 シミュレータによる自動制御装置



第2図 シミュレータの構成ブロック線図

ただし

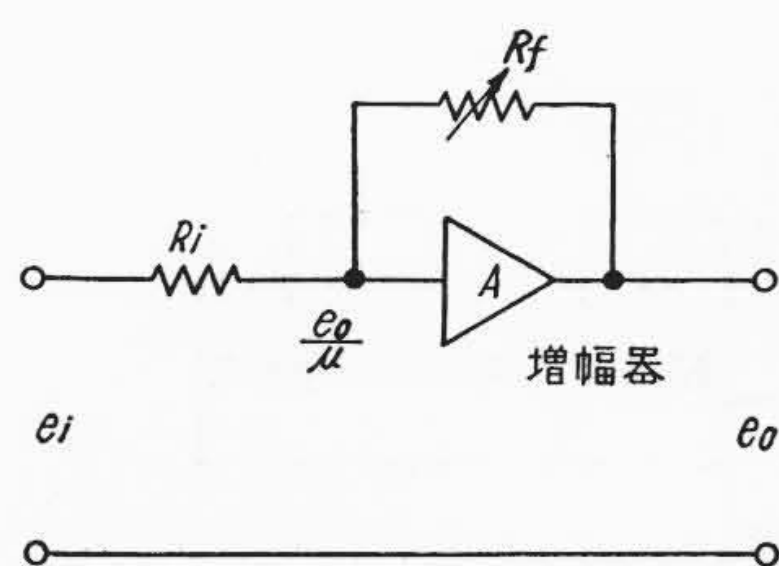
$$\beta = \frac{R_i}{R_f + R_i}$$

である。

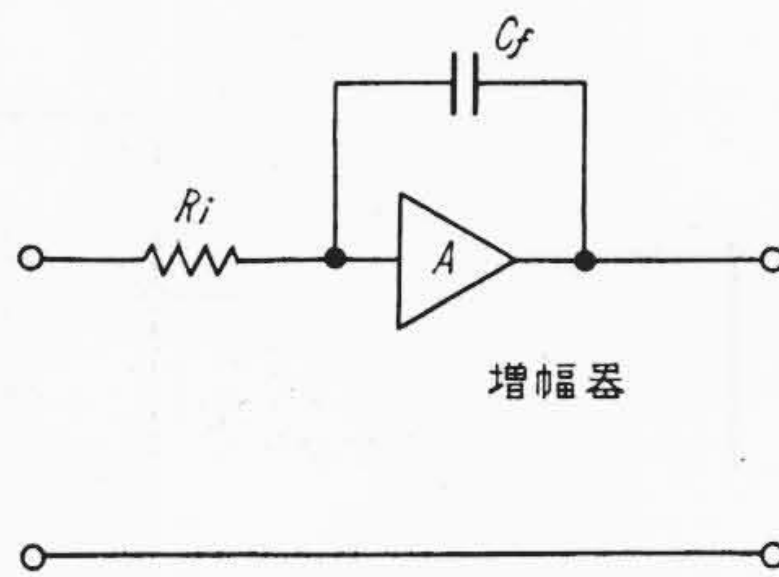
ここで、 $\beta \gg 1$ ならば

$$e_0 = -\frac{R_f}{R_i} \cdot e_i \dots\dots\dots (3)$$

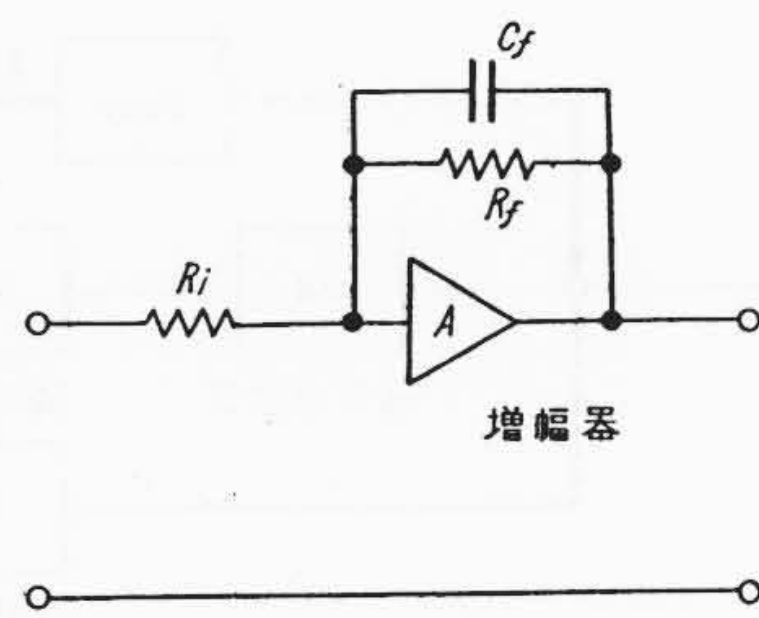
となり R_f または R_i を変えることにより、可変係数器として動作する。



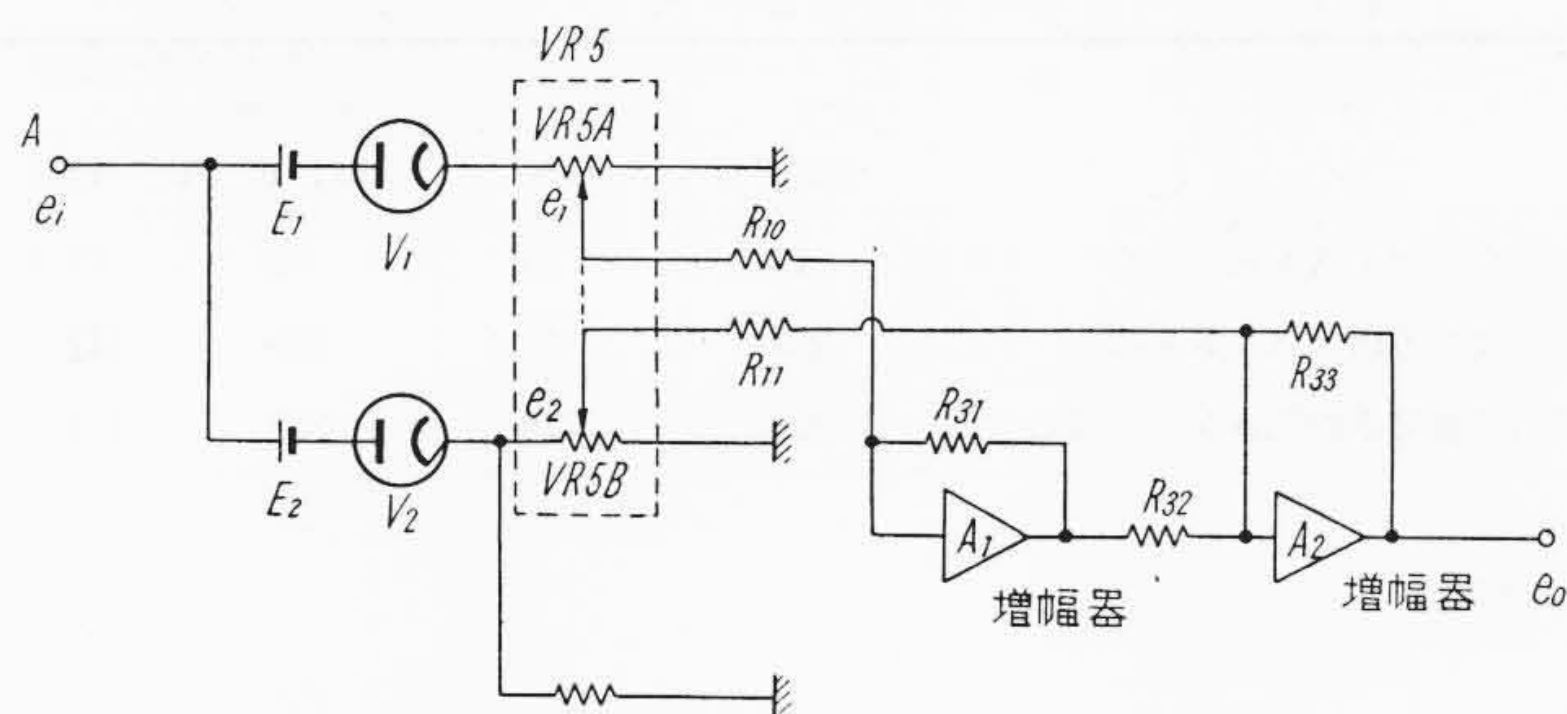
第3図 係数器



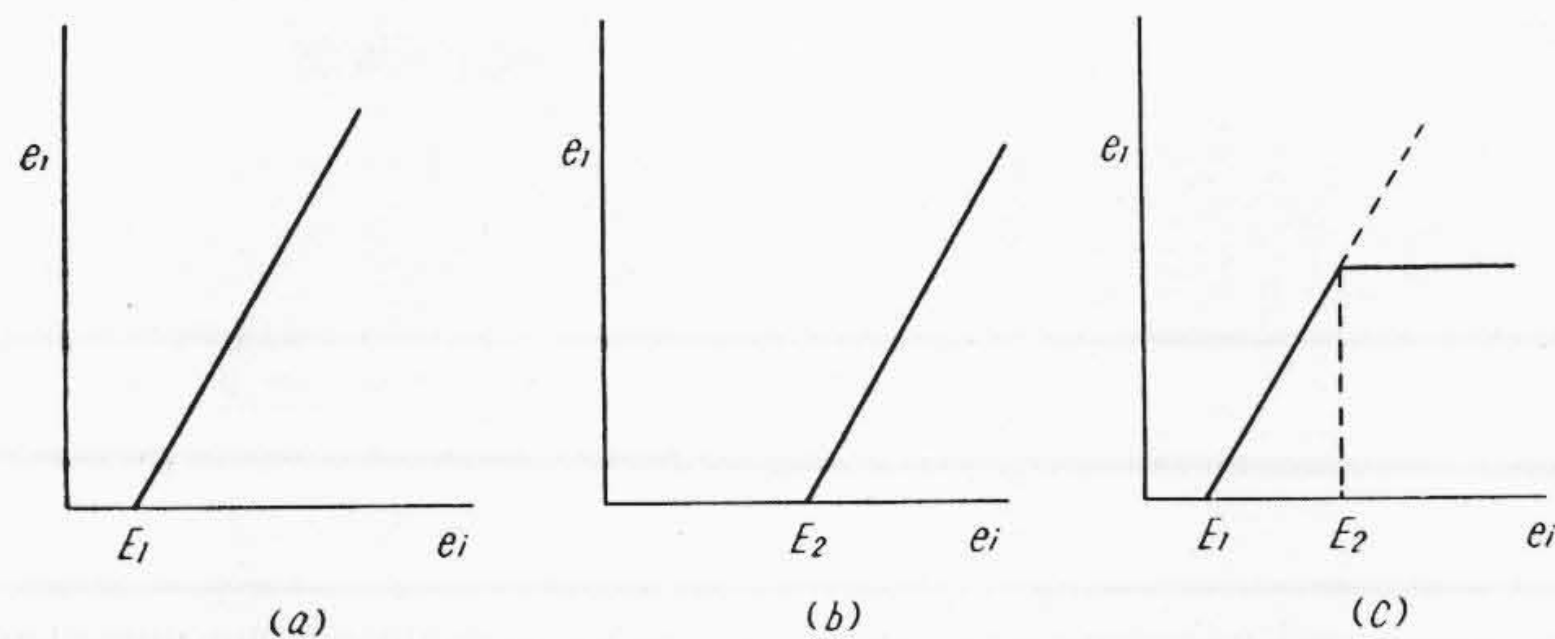
第4図 積分器



第5図 不完全積分器



第6図 折線近似関数発生器



第7図 折線の設定

2.2 積分器および不完全積分器

第3図において、 R_f の代りに C_f を用いれば、 $R_f = 1/PC_f$ だから

$$e_o = \frac{1}{PC_f R_i} \cdot e_i \quad (4)$$

となり、 $C_f \cdot R_i$ なる時定数をもった積分器として動作する(第4図)。

また、第5図のように $C_f \cdot R_f$ の並列回路を用いれば

$$e_o = \frac{R_f}{R_i} \cdot \frac{1}{1 + PC_f R_f} \quad (5)$$

となり不完全積分器として動作し、一次時間遅れを模擬できる。

2.3 折線近似関数発生器

第6図において、A点に $e_i > E_1$ なる電圧が加えられると、 V_1 は導通し、VR5Aに電圧が発生する。いま、VR5A中点の電圧を e_1 とすると、 e_i と e_1 との関係は第7図(a)のようになる。 E_2 を通過して V_2 に加えられた電圧も同様な動作で(b)図のようになる。

さて、増幅器 A_1 、 A_2 の増幅度が十分大きく、しかも符号が負であるとすると、 A_1 の出力電圧 e_0 は

$$e_0 = e_1 \times \frac{R_{31}}{R_{10}} \times \frac{R_{33}}{R_{32}} - e_2 \times \frac{R_{33}}{R_{11}} \quad (6)$$

ここで $R_{31} = R_{32}$ 、 $R_{10} = R_{11}$ とすれば

$$e_0 = (e_1 - e_2) \times \frac{R_{33}}{R_{10}} \quad (7)$$

したがって、 e_0 は e_1 と e_2 の差に比例する。この関係を第7図(c)に示す。すなわち e_0 は E_1 より E_2 までこう配をもつことになる。このこう配はVR5により変化できる。

3. 本シミュレータ装置の仕様

3.1 定数設定パネル

エキサイタ時定数 T_f	0.05~0.6 秒
エキサイタ電圧増幅率 K_f/R_f	0.1~5.5
メインジェネレータ時定数 T_d	0.1~6 秒
メインジェネレータ時定数変化分 ΔT_d	0.01~0.6 秒
メインジェネレータ電圧増幅率 k_g	1~50
定数設定精度	$\pm 1\%$

3.2 折線近似関数発生装置

2組の設定ポテンショメータ群よりなり、区間数は3(ただし2組のうち1組はこう配ゼロの区間をもつ)

区間幅は 0~50 ± 3 V 連続可変

こう配は 0~ ± 2.5 連続可変

こう配設定精度 $\pm 3\%$

(各こう配はそれぞれ独立に設定可能)

3.3 ダンピング出力装置

最大出力電圧 負荷 220 Ω にて ± 110 V (DC)

入出力特性 電圧利得 -1 ± 0.05

直線性誤差 2%以下

3.4 出力装置

最大出力電圧 負荷 55 Ω にて55~220V (DC)

入出力特性 電圧利得 -2 ± 0.02

直線性誤差 2%以下

3.5 電源 (i)

定格出力電圧 300 ± 1 V -220 ± 1 V -400 ± 2 V

最大出力電流 200mA 200mA 10mA

出力端抵抗 3 Ω 以下 3 Ω 以下 100 Ω 以下

リップル含有率 0.1%以下 0.1%以下 0.1%以下

電源電圧の許容変動範囲 98~102V

3.6 電源 (ii)

出力電圧 300 ± 20 V (一次電圧 95~105V)

出力端抵抗 10 Ω 以下

リップル含有率 10%以下

3.7 電源 (iii)

出力電圧 220 ± 20 V (一次電圧 95~105V)

出力端抵抗 30 Ω 以下

リップル含有率 5%以下

3.8 増幅器

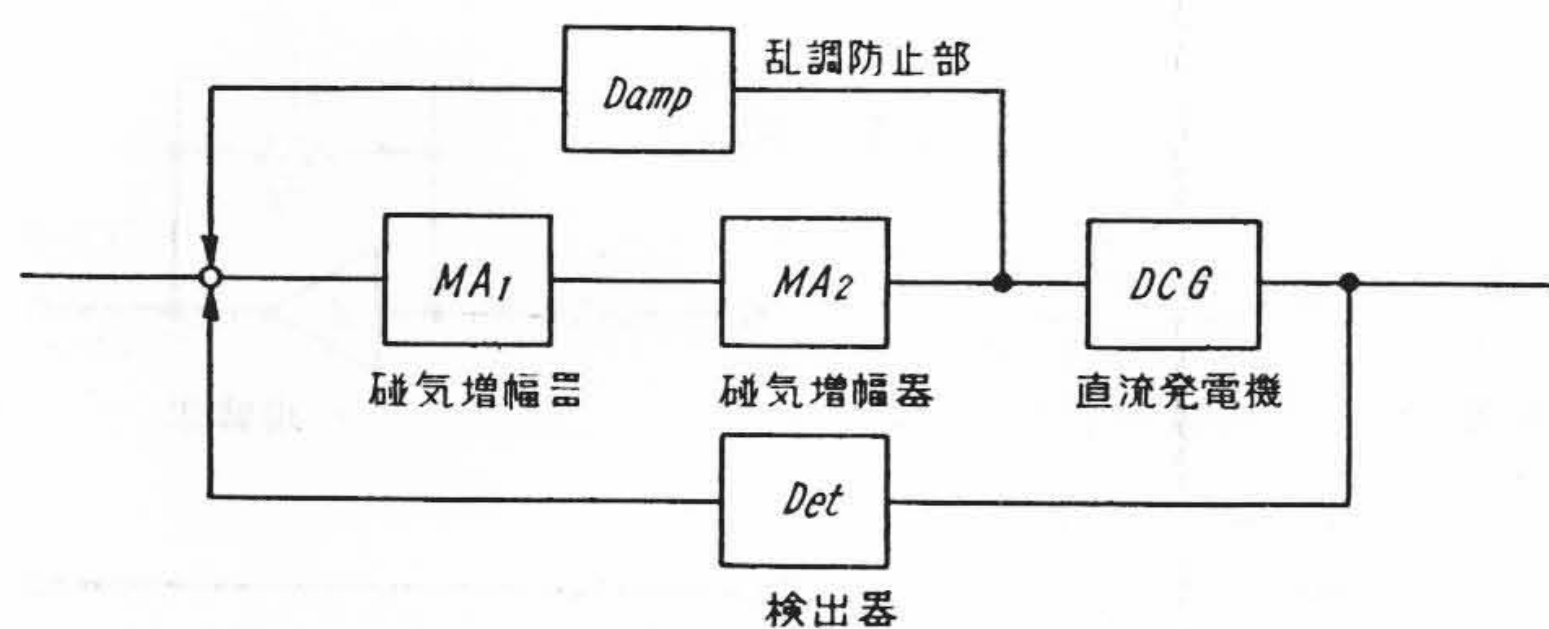
増幅度(負荷 10k Ω) 75dB ± 5 dB (10c/s)

50dB ± 5 dB (1kc/s)

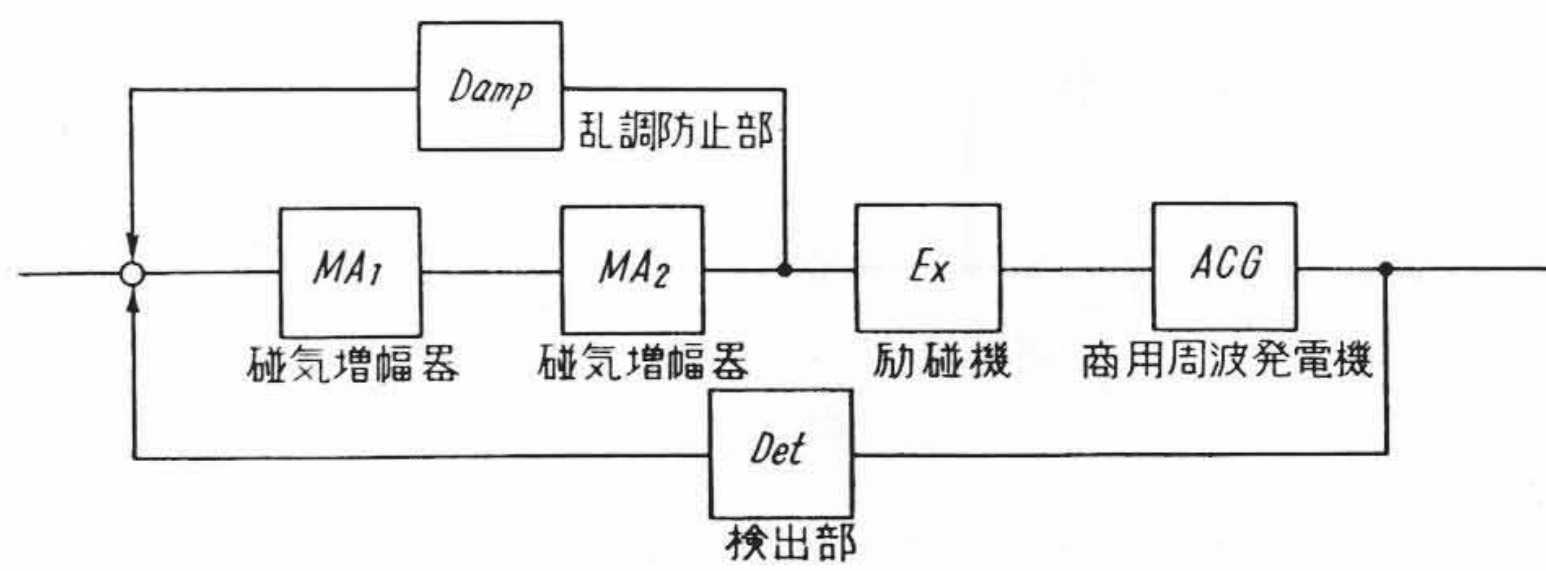
最大出力電圧(負荷 10k Ω) ± 100 V以上

4. 試験結果の例

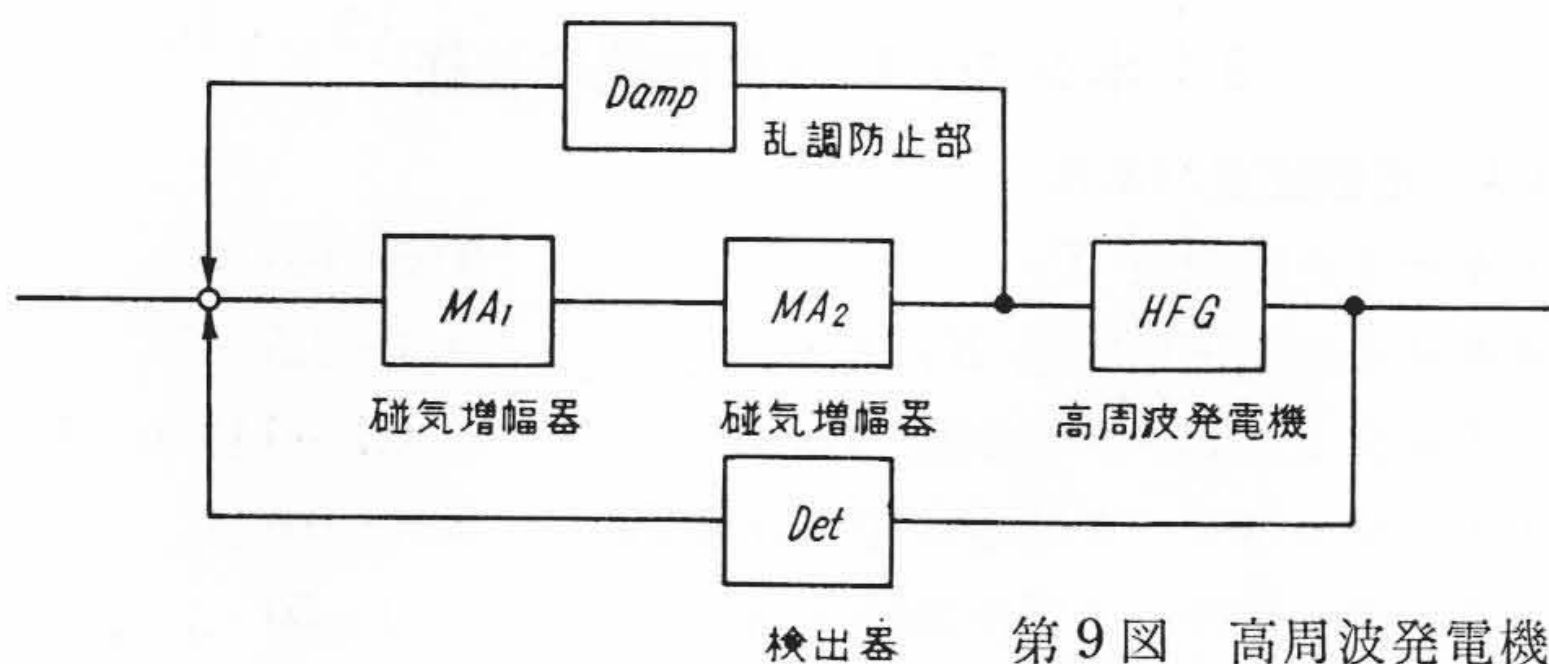
直流発電機(DCG)AVR、高周波発電機(HFG)AVRおよび商用周波発電機(ACG)AVRについて、シミュレータとの組合せ、実際の発電機との組合せの比較試験を行った。第8~10図は各系のプロ



第 8 図 直流発電機系ブロック線図



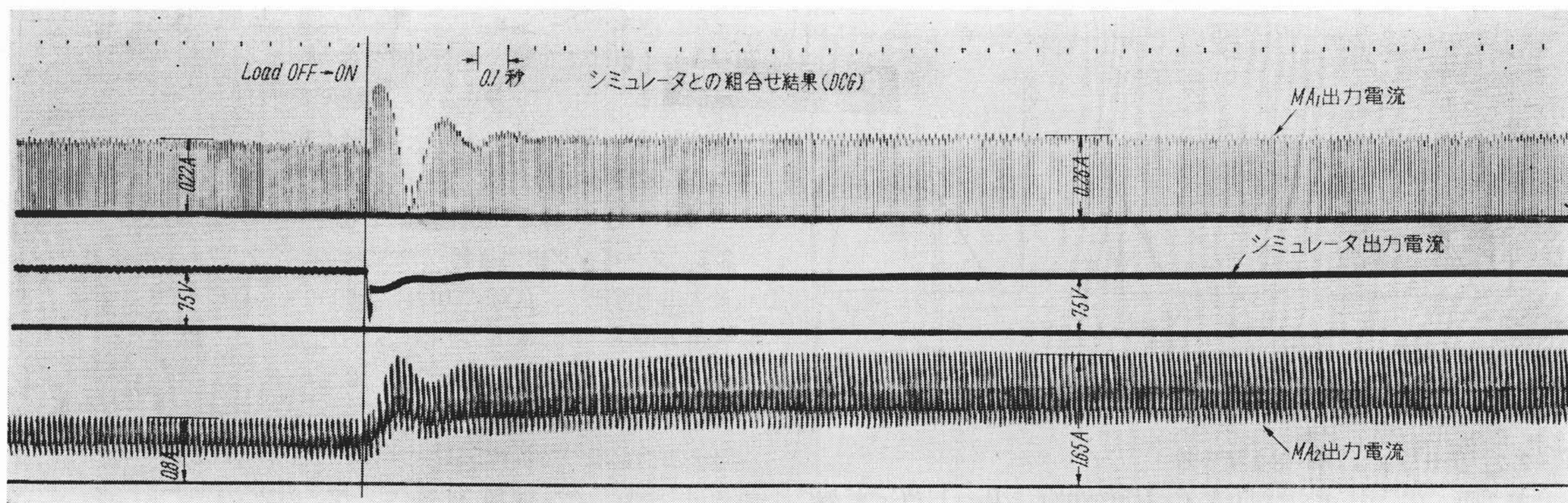
第 10 図 商用周波発電機系ブロック線図



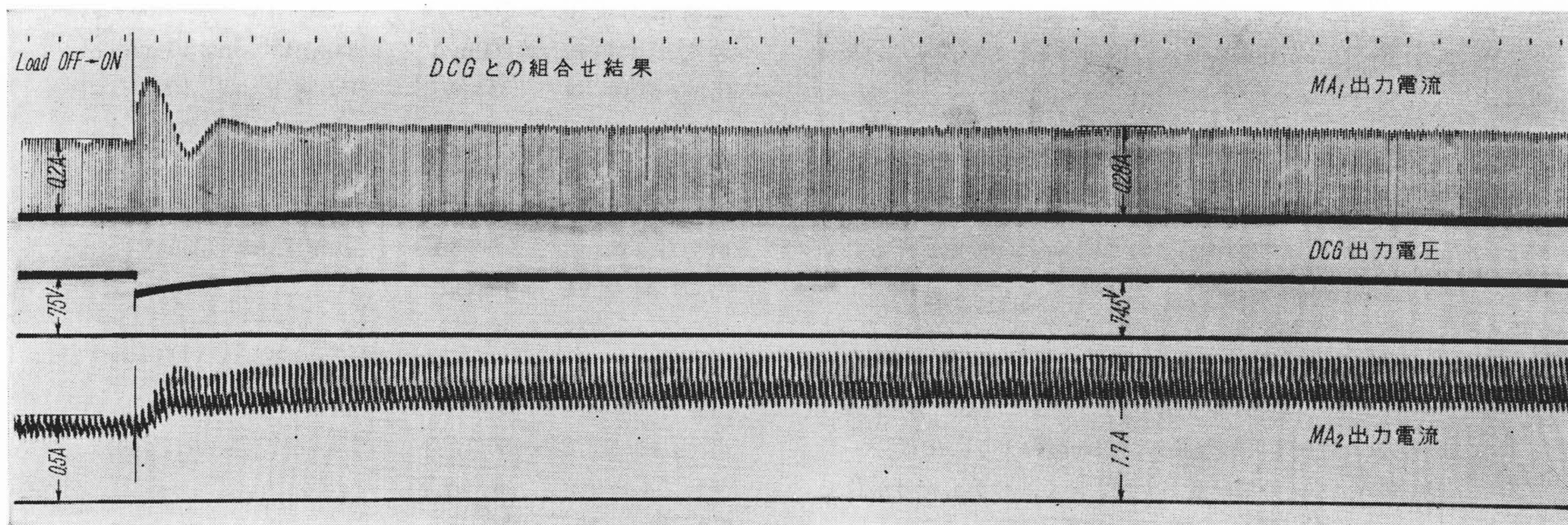
第 9 図 高周波発電機系ブロック線図

第 1 表 各自動電圧調整器の場合の発電機出力電圧

負 荷	シミュレータとの組合せ		実際の発電機との組合せ	
	OFF	ON	OFF	ON
直流発電機用 AVR の場合 (V)	75	75	75	74.5
高周波発電機用 AVR の場合 (V)	220	217	220	217
商用周波発電機用 AVR の場合 (V)	220	219	220	219



第 11 図(a) シミュレータとの組合せ結果 (DCG)

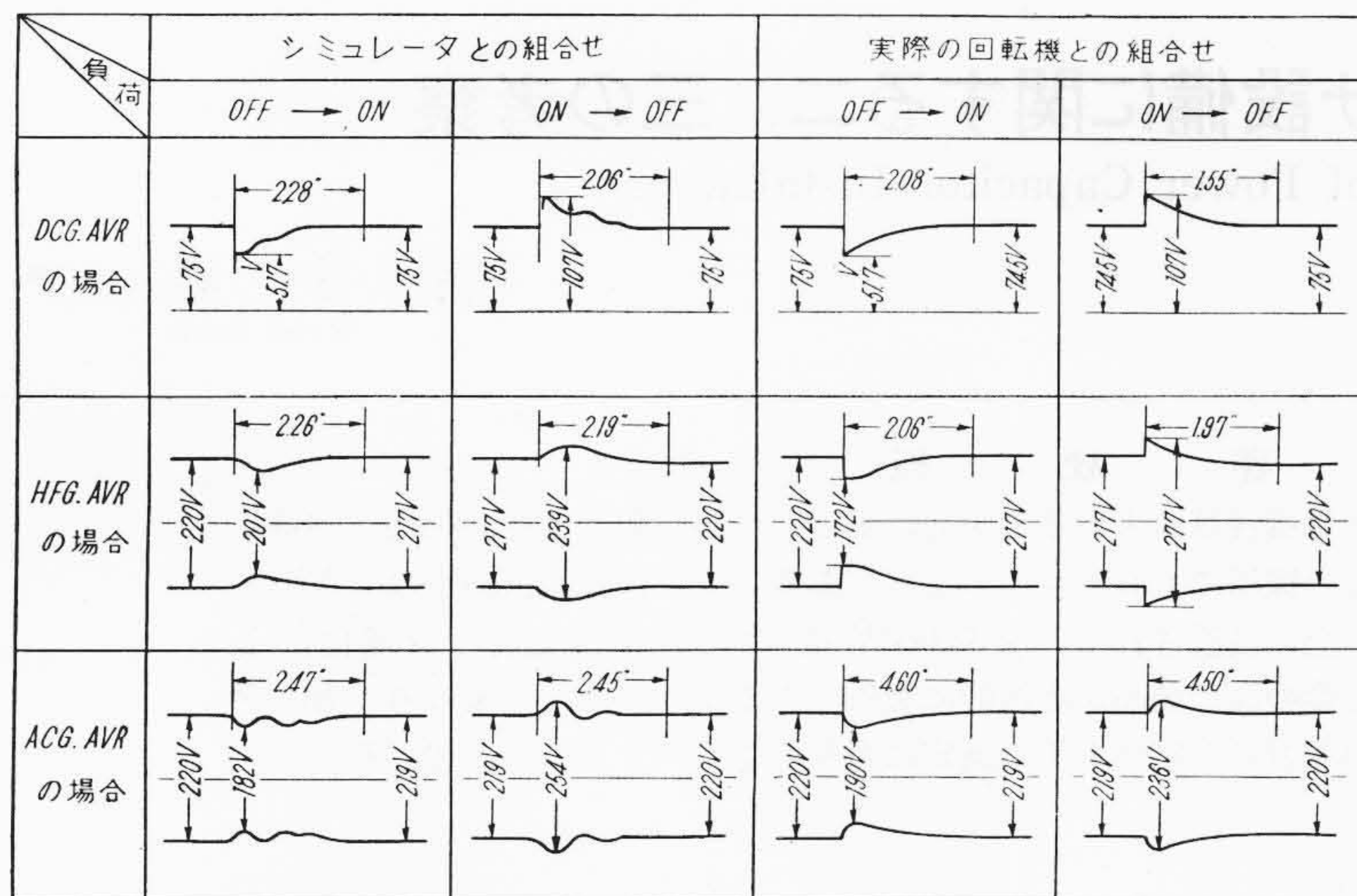


第 11 図(b) 実際の発電機との組合せ結果 (DCG)

ック線図を示す。

過渡状態のオシログラムの一例を第 11 図に示し、まとめたものを第 12 図に示す。これらはまずオープンループで、静特性測定後、シミュレータと組合せて乱調防止回路の調整を行い、そのままの定数セットで発電機との組合せ試験を実施した結果である。これらをまとめたものを第 1 表に示す。

上記結果は標準回路の AVR を用いて、比較試験を試みたものであるが、電圧はよく一致しているが回復時間に多少の差が見られる。また等価試験の負荷 ON, OFF の場合には不可避な状態として、実際の発電機との組合せ試験ではみられない開路状態 (2~3 ms) が生ずるので、過渡現象に多少の振動が見られるが実際の性能判定には、さしつかえないものと思われる。



第12図 過渡状態のオシログラム

5. 結 言

以上シミュレータとそれによる AVR の等価試験について述べたが、今後さらに細かい点まで考究し、検査精度を十分確保できる最適の等価試験法として活用する所存である。

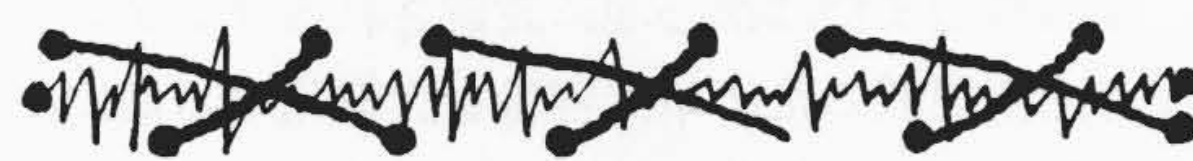
終りに臨み、本計画の当初より終始ご指導を賜った日立製作所日立工場泉部長、平川課長、藤木主任、阿部部長、揖斐課長、菱沼主任、シミュレータの製作にご協力いただいた日立製作所戸塚工場関係者各位に厚くお礼申しあげる。

参 考 文 献

- (1) 宮田：解説自動制御
- (2) 沼倉，島田，北野，矢崎：日立評論 Vol. 41, 445号



特 許 の 紹 介



特許第251653号

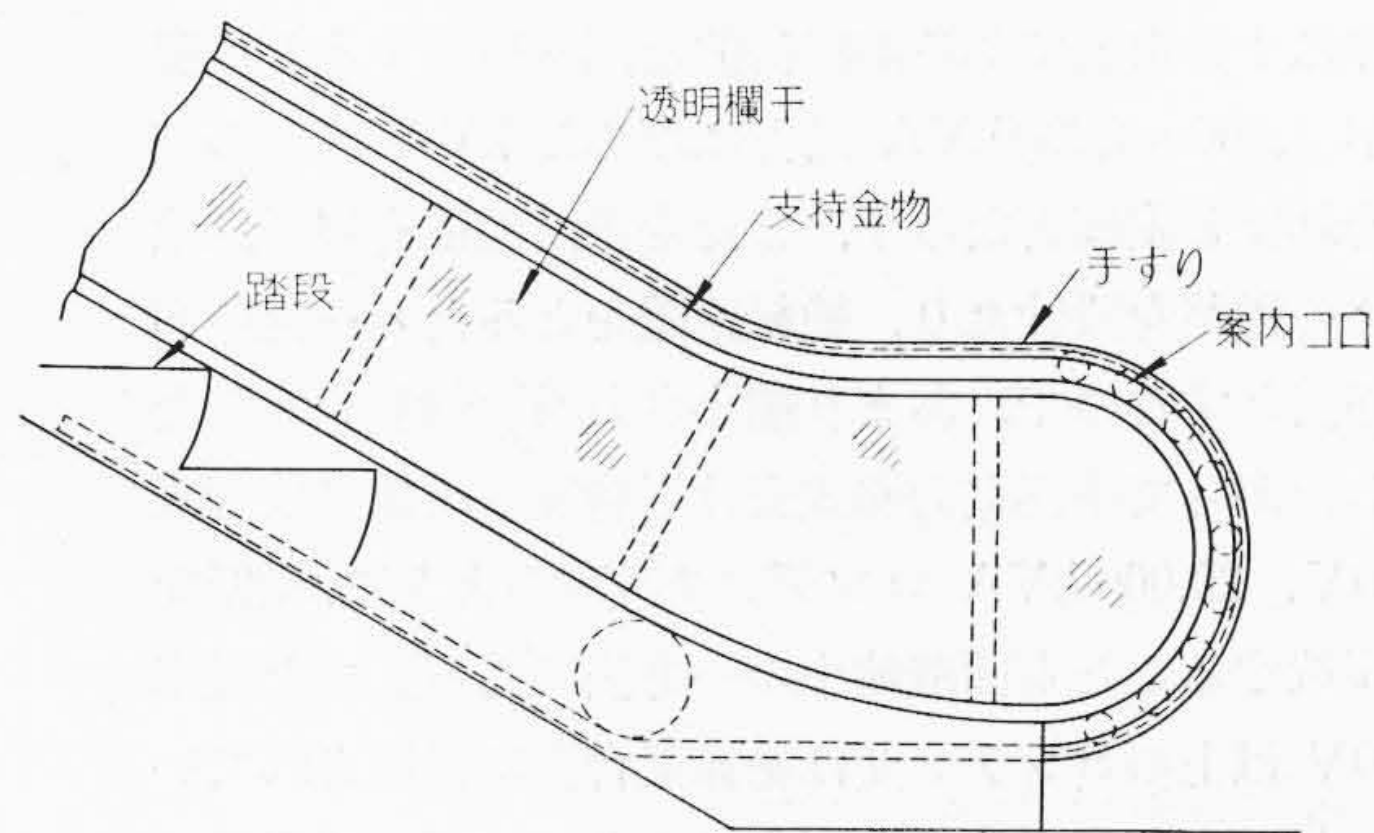
神 峯 次 郎

透 明 欄 干 を 有 す る エ ス カ レ ー タ

百貨店に設置されるエスカレータは、売場に与える重圧感を除くため、欄干に透明側板を施した透明欄干エスカレータが要請される。しかるにエスカレータにおいては、手すりを踏段と同期速度で駆動する必要があり、しかも駆動を円滑に行うために、手摺両端の折返部の内部に手摺駆動車輪および案内車輪を不可欠とする関係上、従来の透明欄干エスカレータは手すり両端の折返部は不透明側板で内蔵装置を掩へいするよう構成されていた。

この発明は図に実施例を示したように、手すり両端の半円形折返部を案内する半円形部を支持金物に設け、この半円形部の外周に沿って多数の小径案内コロを配列し、これらのコロにより手すりの折返部を案内させるとともに、欄干の内側面には前記半円形部に至るまで連続して透明側板を施したことを特長とするものである。

この発明の実施により、従来不可欠とした手摺両端折返部の駆動車輪および案内車輪を不要とし、欄干全長にわたり透明側板を施した全透明欄干エスカレータの製作が可能となり、明るいエスカレータの要請を満足することができ、エスカレータ製作技術に飛躍的進歩をもたらしたものである。(滑川)



新 案 の 紹 介



実用新案第492009号

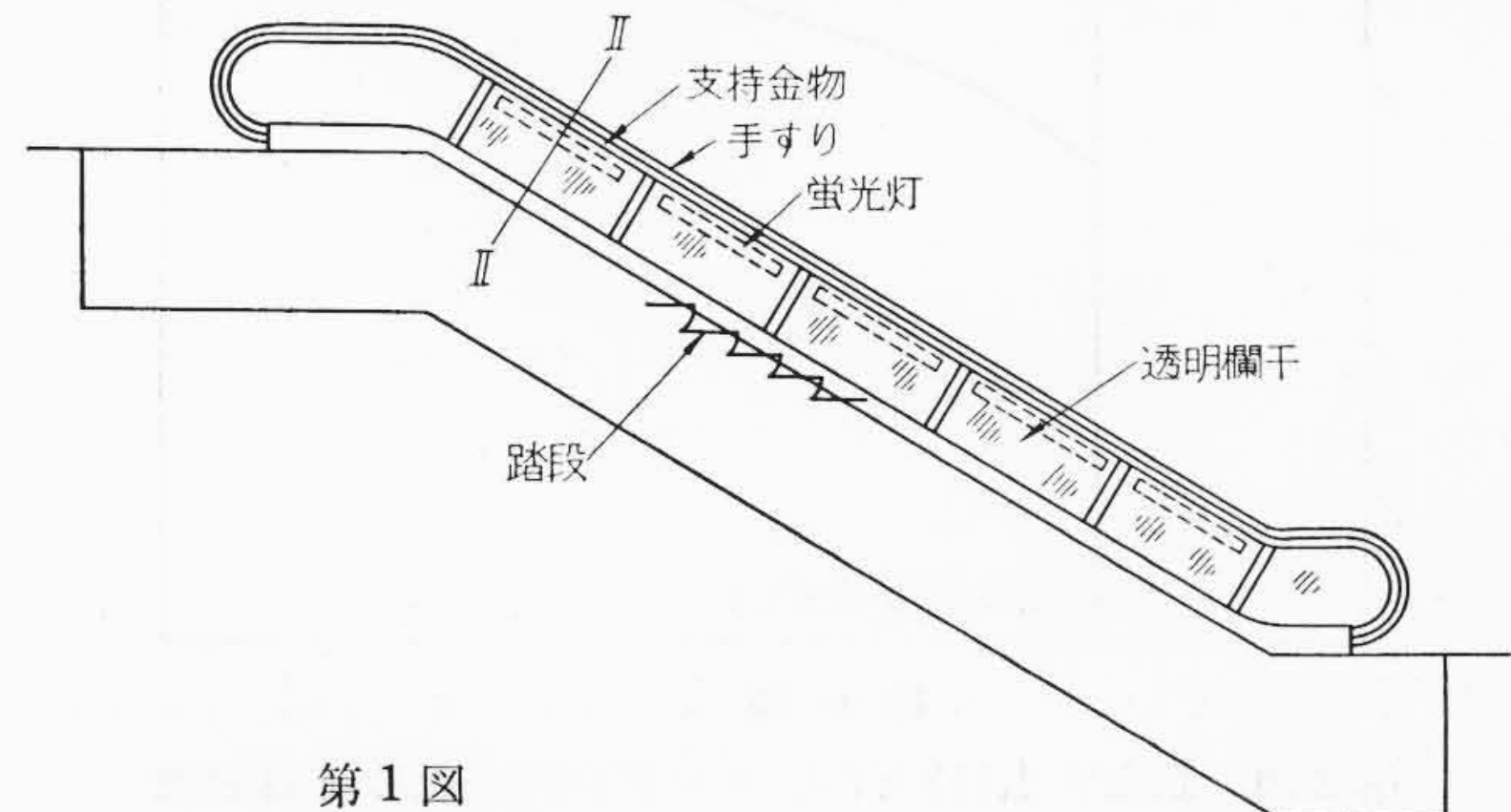
神 峯 次 郎

透 明 欄 干 を 有 す る エ ス カ レ ー タ の 照 明 装 置

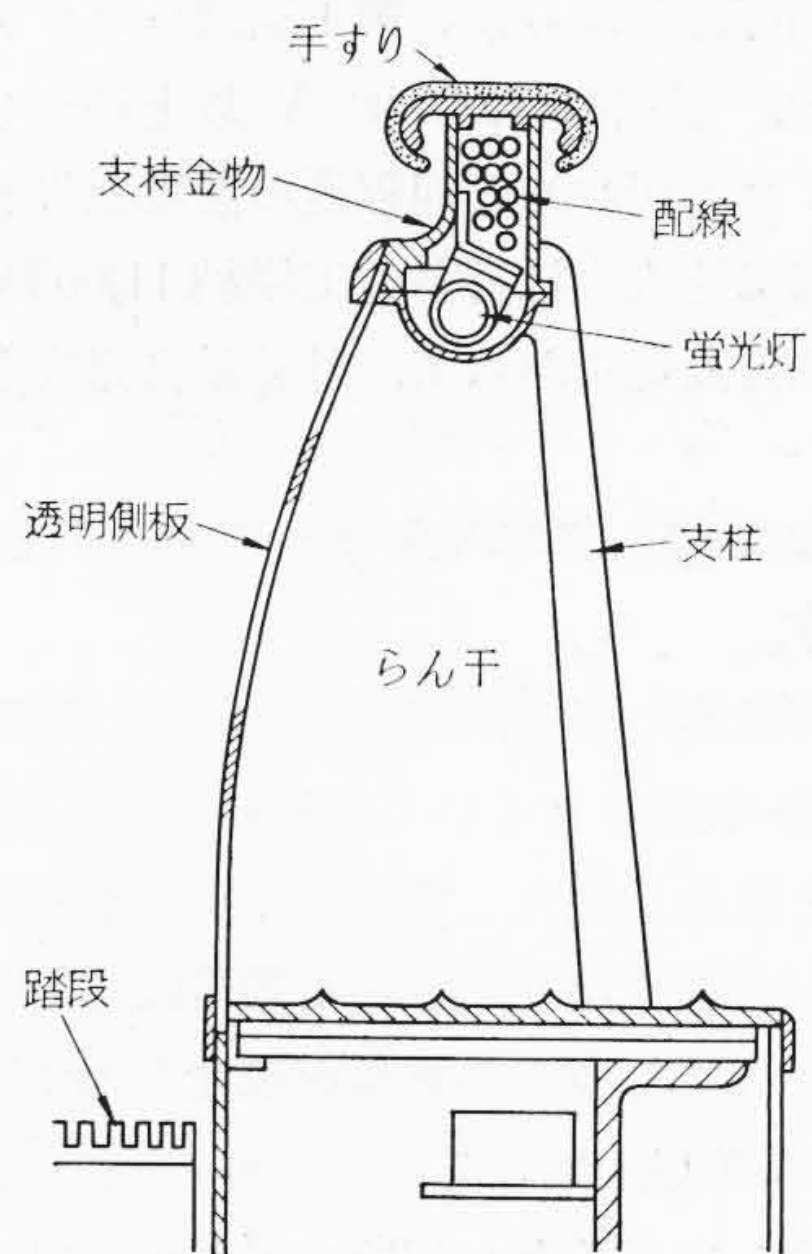
欄干の内側に透明側板を施した透明欄干エスカレータにおいては、踏段面の照明用として、手すりを支持した支持金物の直下に蛍光灯列を設けている。そして従来各蛍光灯へ通電する配線は、それぞれ支持金物の支柱を利用し、支柱に沿って架設しているが、このような配線架設の方法では支柱の意匠効果を損ずる嫌いがある。

この考案は、第1図に示す各蛍光灯への配線を、第2図に示したように支持金物の中空内部に一括して収納したことを特長とするものである。

この考案の実施により、透明欄干の意匠的效果を害することなしに、各蛍光灯への配線をきわめて容易に行うことができる。(滑川)



第1図



第2図